

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①1 N° de publication :

2 787 658

(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

②1 N° d'enregistrement national :

98 16024

⑤1 Int Cl⁷ : H 04 B 10/10, H 04 Q 7/26, B 64 D 43/00

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 18.12.98.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 23.06.00 Bulletin 00/25.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : SEXTANT AVIONIQUE Société ano-
nyme — FR.

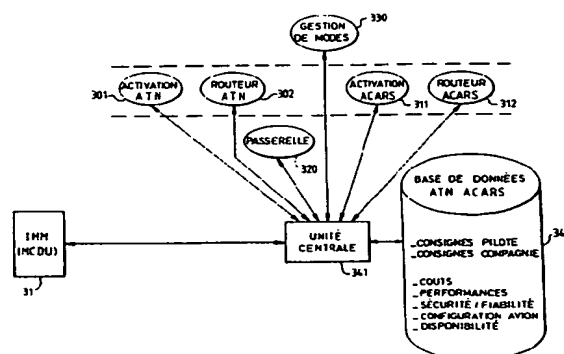
⑦2 Inventeur(s) : SIMON GEORGES HENRI et BER-
NAS PIERRE.

⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) : THOMSON CSF.

⑤4 PROCEDE DE GESTION DE MODES DE COMMUNICATION POUR UN AERONEF.

⑤7 La présente invention concerne la gestion, à bord d'un aéronef, des réseaux aéronautiques de télécommunications numériques ACARS et ATN. Elle porte sur un procédé de choix automatique du sous-réseau de transmission des réseaux ACARS ou ATN le plus approprié pour l'échange de messages numériques avec le sol compte tenu des possibilités des équipements de l'aéronef, de ceux existant au sol dans la zone survolée, des coûts et des fiabilités des liaisons possibles, et des préférences du pilote, de sa compagnie et des services de contrôle. Ce procédé consiste principalement, dans la création et la mise à jour d'une base de données contenant des informations: coûts, performances, sécurité/fiabilité, configuration avion, disponibilités des sous-réseaux de communication ainsi que les consignes du pilote, de sa compagnie et des services de contrôle, et dans la sélection automatique d'un mode de communication par sous-réseau des réseaux ACARS ou ATN en tenant compte d'un ordre de préférence établi à partir de critères basés sur les informations contenues dans la base de données (342).



FR 2 787 658 - A1



PROCEDE DE GESTION DE MODES DE COMMUNICATION POUR UN AERONEF

La présente invention concerne les échanges d'informations
5 entre le sol et un aéronef par transmission numérique. Elle est relative
plus particulièrement à la sélection du mode de communication le plus
approprié pour établir une liaison de transmission numérique air-sol et sol-
air avec un aéronef, compte tenu des possibilités des réseaux de
transmission numérique existant au sol dans la zone de survol de
10 l'aéronef, de l'importance des moyens de transmission équipant l'aéronef
et de leur disponibilité ainsi que des qualités et des coûts des différents
modes de communication possibles à l'instant considéré.

Les échanges d'informations en numérique entre un aéronef et
le sol ont l'intérêt d'être plus fiables que les échanges de phraséologie en
15 phonie car ils ne dépendent pas de l'intonation du locuteur et de la
compréhension orale d'un auditeur. C'est pourquoi ils s'imposent de plus
en plus en aéronautique, en complément ou en remplacement des
transmissions en phonie.

Ainsi, il existe depuis les années 70 en Europe et aux Etats-
20 Unis un réseau aéronautique de télécommunications numériques qui est
connu sous la dénomination ACARS (acronyme de l'expression en langue
anglaise : "Arinc Communication Addressing and Reporting System.") et
qui depuis, s'est étendu à une couverture quasi-mondiale. Ce réseau
aéronautique de télécommunications numériques ACARS est mis en
25 oeuvre dans le monde pour le compte des compagnies aériennes par
différents opérateurs qui offrent la couverture sol-sol et sol-air. Il utilise,
au choix du pilote de l'aéronef qui se décide en fonction des possibilités
du moment, soit un mode de communication numérique air-sol et sol-air
direct par sous-réseau VHF selon un protocole spécifique, mode
dit : "VDL Mode A" (VDL étant l'abréviation de l'expression anglaise :
30 Very High Frequency Data Link), soit un mode de communication
numérique air-sol et sol-air indirecte par l'intermédiaire d'un sous-réseau
de satellites de télécommunication selon un autre protocole spécifique,
mode dit : "Satcom Data 2", les protocoles ayant été définis et
35 normalisés à l'occasion de conférences internationales organisées par
l'AEEC (acronyme de l'expression en langue anglaise : "Airline Electronic

Engineering Committee'') qui est un groupement réunissant des compagnies aériennes, des avionneurs, des équipementiers et des administrations de l'aviation civile sous l'autorité de l'OACI (Organisation de l'Aviation Civile Internationale).

5 Le réseau aéronautique de télécommunications numériques ACARS est massivement utilisé par les aéronefs (environ 85 % des avions de plus de 100 places) pour échanger des messages avec les compagnies aériennes. Des tentatives ont été faites pour l'utiliser également pour du contrôle de trafic aérien notamment au-dessus de
10 l'océan pacifique avec le système ATC FANS-1/A (le sigle étant un abrégé de l'expression anglaise : "Air Traffic Control, Futur Air Navigation Systems) mais il présente des caractéristiques qui n'assurent pas la sécurité pour des fonctions de contrôle aérien sur des zones à fort trafic. En effet, il ne permet que les échanges de caractères imprimables, sa
15 fiabilité est limitée à 94 % et il n'est pas crypté et donc non protégé contre les malveillances.

 Consciente de ces difficultés, l'OACI a fait définir et normaliser un nouveau réseau aéronautique de télécommunications numériques plus performant dit ATN (abréviation de l'expression anglaise : "Aeronautical
20 Telecommunication Network) qui est dédié aux échanges d'informations entre un aéronef et le sol pour des activités à la fois de contrôle aérien dites ATC et d'échange d'informations avec les compagnies aériennes dites AOC (abréviation de l'expression anglaise : "Aeronautical Operational Communication). Ce réseau aéronautique de
25 télécommunications numériques ATN à vocation mondiale peut mettre en oeuvre soit un mode de communication numérique air-sol et sol air indirecte par un sous-réseau de satellites de télécommunication en UHF selon un protocole spécifique dit : "Satcom Data 3", soit un mode de communication numérique air-sol et sol-air en vue directe, par sous-
30 réseau VHF selon un autre protocole spécifique, mode dit "VDL Mode 2", soit un mode de communication numérique air-sol et sol-air également en vue directe mais par un sous-réseau utilisant un radar secondaire selon encore un autre protocole spécifique, mode dit : "Mode S", soit un mode de communication numérique air-sol et sol-air par sous-
35 réseau HF selon encore un autre protocole spécifique, mode qui est

dit "HF DL" (abréviation de l'expression anglaise : "High Frequency Data Link) et qui utilise les réflexions dans la haute atmosphère pour s'affranchir de la courbure terrestre et obtenir des liaisons de transmission d'une portée supérieure à la vision directe, les différents
5 protocoles ayant été définis et normalisés à l'occasion de conférences organisées par l'AEEC sous l'autorité de l'OACI. Le choix entre les différentes possibilités de modes de communication numérique air-sol et sol-air de ces sous-réseaux est fait en fonction des disponibilités du moment par un automate dit "routeur" qui agit à l'insu du pilote de
10 l'aéronef, en fonction d'une politique de routage normalisée.

La plus grande capacité et la plus grande fiabilité du réseau ATN font qu'il est possible de véhiculer sur un réseau ATN, des messages disponibles au format du réseau ACARS au moyen d'un système de passerelle ACARS sur ATN implanté à un niveau logiciel à
15 bord des calculateurs de communication qui sont embarqués sur les aéronefs et qui assurent le traitement des informations à échanger et au niveau des noeuds terminaux au sol du réseau ATN.

Le déploiement opérationnel du réseau aéronautique de télécommunications numériques ATN est prévu pour durer jusqu'aux
20 environs de l'année 2.015, époque à laquelle il devrait complètement supplanter le réseau aéronautique de télécommunications numériques ACARS. Entre temps les deux réseaux vont cohabiter, obligeant le pilote d'un aéronef voulant échanger des informations sous forme numérique avec le sol, à choisir la méthode de transmissions numériques utilisée :
25 ACARS pur, passerelle ACARS sur ATN ou ATN pur en fonction de ses préférences, de celles de sa compagnie aérienne, des équipements de transmission de son aéronef et des équipements de transmission disponibles au sol dans la zone de survol, le choix du réseau ACARS ou ATN dépendant de la zone de couverture.

30 Parmi les paramètres intervenant dans le choix du pilote figurent le coût, les performances et la sécurité des communications ainsi que la disponibilité des équipements de transmission à bord de l'aéronef comme au sol dans la zone de survol.

Le coût des communications est imputé à la compagnie
35 aérienne s'il s'agit d'informations commerciales ou à l'autorité aérienne

(STNA en France, FAA aux USA,...) s'il s'agit d'informations concernant la gestion du trafic aérien. Il dépend du mode de communication numérique par sous-réseau mis en oeuvre pour les échanges avec le sol (satellite ATN, satellite ACARS, radio VHF ATN, radio VHF ACARS, radio 5 HF ATN, radio HF ACARS, transpondeur radar mode S) et de la liaison au sol entre l'équipement de tête d'émission et de réception hertziennes et le système terminal ciblé par les routeurs du réseau.

La disponibilité des équipements de transmission à bord de l'aéronef dépend des moyens physiques de communication embarqués à 10 bord de l'aéronef, de leur taux d'occupation et de leur capacité à établir une liaison dans un mode donné de communication numérique par sous-réseau. Ces moyens physiques sont constitués de systèmes d'émission-réception et d'antennes associées. Ils ne sont pas nécessairement tous redondants pour les échanges d'informations sur les deux réseaux 15 aéronautiques de télécommunications numériques ATN et ACARS. Il se peut par exemple, que les systèmes VHF et SATCOM soient partagés entre les deux réseaux ATN et ACARS et seulement utilisables alternativement par l'un ou l'autre réseau. Ils ne sont pas non plus tous disponibles à un instant donné. Par exemple, le pilote d'un aéronef volant 20 au-dessus d'un océan loin des côtes n'a, à sa disposition, qu'un mode de communication par un sous-réseau de satellites alors que dans d'autres cas de figure, il peut utiliser simultanément plusieurs modes de communication par sous-réseaux différents, par exemple un mode de communication par sous-réseau VHF et un mode de communication par 25 sous-réseau de satellites ou encore deux modes de communication par sous-réseau VHF, l'un selon un protocole ACARS, l'autre selon un protocole ATN.

Dans le cas le plus courant actuellement, d'un aéronef équipé pour supporter uniquement le réseau aéronautique de télécommunications 30 numériques ACARS, il y a, à bord, un ordinateur spécialisé dans la gestion des communications selon les protocoles ACARS. Ce ordinateur est accessible au pilote par un interface homme-machine dit : MCDU (abréviation de l'expression anglaise : " Multifonction Control and Display Unit") qui permet au pilote de choisir entre trois modes de 35 fonctionnement possibles : le premier n'autorisant les échanges

d'informations en numérique que selon le seul mode de communication par sous-réseau VHF dit VDL mode A, le deuxième que selon le mode de communication par sous-réseau de satellites dit Satcom data 2 et le troisième soit selon le mode de communication par sous-réseau de satellites dit Satcom data 2 s'il est disponible, soit, par défaut selon le mode de communication par sous-réseau VHF dit VDL mode A.

Dans l'avenir, pour un aéronef équipé pour supporter les deux réseaux aéronautiques de télécommunications numériques ACARS et ATN, il y aura à bord un ou plusieurs calculateurs spécialisés dans la gestion des communications soit selon les protocoles du réseau ACARS, soit selon les protocoles du réseau ATN et le pilote devra choisir le réseau utilisé par l'intermédiaire d'une interface homme-machine MCDU. Cette configuration n'est pas optimale car elle implique une charge supplémentaire de travail pour le pilote de l'aéronef qui doit veiller au bon choix du réseau de télécommunication tout au long du trajet parcouru par l'aéronef. En outre, elle ne permet pas d'exploiter toutes les possibilités des deux réseaux aéronautiques de transmissions numériques ACARS et ATN que pourraient permettre les équipements de transmission à bord de l'aéronef et au sol. En effet, dans le cas d'une utilisation du réseau ATN, celui-ci doit avoir une priorité d'accès aux systèmes d'émission-réception de bord en raison des contraintes de sécurité imposées pour la transmission des informations intéressant le contrôle aérien. Cependant, il peut y avoir des systèmes d'émission-réception de bord laissés libres ou partiellement utilisés par le routage courant du réseau ATN, soit parce qu'ils ne participent pas à la ou aux liaisons physiques choisies par le routage du réseau ATN, soit parce qu'il existe des temps morts entre les périodes d'échange d'informations sur le réseau ATN. Lorsqu'ils ne sont pas mobilisés par le réseau ATN, ces systèmes d'émission-réception peuvent être mis à profit pour ajouter à une transmission numérique par le réseau ATN, une transmission numérique accessoire par le réseau ACARS.

La présente invention a pour but de décharger le pilote d'un aéronef équipé pour supporter les réseaux aéronautiques de télécommunications numériques ACARS et ATN, des tâches de sélection

du ou des réseaux aéronautiques de télécommunications numériques appropriés en fonction des possibilités de la zone au sol survolée par son aéronef ainsi que d'offrir à ce pilote un choix automatisé d'une configuration optimale d'un ou plusieurs modes de communication par sous-réseau à affecter aux échanges d'informations en numérique, ce
5 choix tenant compte en plus des possibilités de la zone au sol survolée par l'aéronef, du taux d'occupation des équipements de transmission de l'aéronef, des coûts de transmission, de la performance et de la fiabilité des modes de communication par sous-réseau disponibles à chaque
10 instant, de directives éventuelles du pilote et plus généralement, de la qualité de service demandée.

Elle a pour objet un procédé de gestion de modes de communication pour l'échange, sous forme numérique, de messages
15 entre le sol et un aéronef qui est pourvu d'équipements de transmission adaptés aux réseaux aéronautiques de télécommunications numériques ACARS et ATN et à leurs différents sous-réseaux de transmission, et qui est équipé d'un ordinateur assurant la gestion des communications de l'aéronef au sein d'un réseau ACARS ou ATN et d'une interface homme-
20 machine permettant à son pilote de dialoguer avec ledit ordinateur. Ce procédé consiste :

- à pourvoir ledit ordinateur d'une base de données comportant à tout instant :
 - 25 - l'état mis à jour des modes de communication par sous-réseau des deux réseaux ACARS et ATN constatés comme disponibles pour l'aéronef au moment voulu de l'échange, en tenant compte à la fois des possibilités des équipements de transmission de la zone sol survolée par l'aéronef et de celles des équipements de transmission de
30 l'aéronef,
 - les directives encadrant le choix de configuration exprimées par le pilote par l'intermédiaire de l'interface homme-machine,
 - 35 - une politique de routage préétablie, et

- les coûts, les performances et qualités de service des différents modes de communication par sous-réseau offerts par les deux réseaux de transmission ACARS et ATN, et

5

- à programmer ledit calculateur pour sélectionner, de manière automatique, un mode de communication par sous-réseau des réseaux de transmission ACARS et/ou ATN pour un échange, sous forme numérique, d'informations entre l'aéronef et le sol, par application d'une règle de
10 choix prédéfinie prenant en compte un ordre de préférence entre les différents modes de communication par sous-réseau des réseaux de transmission ACARS et ATN établi à partir des éléments de la base de données : disponibilités effectives, au moment voulu de l'échange, des modes de communication par sous-réseau pour les deux réseaux de
15 transmission ACARS et ATN, directives exprimées par le pilote encadrant le choix du mode de communication par sous-réseau à utiliser, politique de routage préétablie, coûts, performances et qualités de service des différents modes de communication par sous-réseau offerts par les réseaux de transmission ACARS et ATN.

20

Avantageusement, la sélection d'un mode de communication par sous-réseau des réseaux ACARS et ATN à utiliser pour l'échange de messages d'applications AOC comme ATC se fait par application d'un critère de fiabilité consistant à attribuer, aux modes de communication
25 par sous-réseau appartenant au réseau ATN, une note de préférence de fiabilité meilleure qu'aux modes de communication par sous-réseau appartenant au réseau ACARS, pour que le réseau le plus fiable, c'est-à-dire le réseau ATN, soit choisi par défaut, le réseau ACARS n'étant choisi qu'en dehors de la couverture du réseau ATN.

30

Avantageusement, la sélection d'un mode de communication par sous-réseau des réseaux ACARS et ATN à utiliser pour l'échange de messages se fait par application d'un critère de coût consistant :

- à attribuer aux différents modes de communication par sous-réseau une note de préférence d'autant plus élevée que le coût global de bout en bout de communication est faible,

5 - à déterminer si un mode de communication par sous-réseau appartenant au réseau ATN est déjà actif au moment voulu de l'échange de messages et à consulter sa note de préférence de coût,

10 - à déterminer les modes de communication par sous-réseau appartenant au réseau ACARS, qui sont disponibles au moment voulu de l'échange de messages, en fonction des équipements de transmission de l'aéronef non utilisés par le réseau ATN à ce moment, et à consulter leurs notes de préférence de coût,

 - à sélectionner, parmi les modes de communication par sous-réseau retenus précédemment, le mode de communication par sous-réseau ayant la meilleure note de préférence de coût, et

15 - à recommencer les opérations précédentes à chaque modification de la base de données par suite, soit de l'apparition d'un nouveau mode de communication par sous-réseau disponible, soit de la perte de disponibilité d'un mode de communication par sous-réseau résultant du déplacement de l'aéronef ou de modification de ses
20 conditions de vol, soit d'un basculement du routage du réseau ATN lorsque ce-dernier est actif.

Avantageusement, la sélection d'un mode de communication par sous-réseau des réseaux ACARS et ATN pour l'échange de messages
25 se fait par attribution aux différents modes possibles de communication par sous-réseau des réseaux ATN et ACARS d'une note de préférence décroissant en fonction d'un ordre de priorité établi à partir de la politique de routage préétablie et par sélection du mode de communication par sous-réseau ayant la note de préférence la plus élevée parmi les modes
30 de communication par sous-réseau disponibles au moment voulu de l'échange de messages compte tenu de la zone du sol survolée par l'aéronef, des préférences du pilote, et de la disponibilité des équipements de transmission de l'aéronef.

La mise en oeuvre d'un tel procédé de gestion de modes de communication, entre le sol et un aéronef pourvu d'équipements de transmission adaptés aux réseaux aéronautiques de télécommunications numériques ACARS et ATN permet de faire cohabiter, sans charge de travail supplémentaire pour le pilote de l'aéronef, les communications par les réseaux ATN et ACARS en choisissant, de manière automatique la configuration la mieux adaptée, du point de vue de la fiabilité, du coût ou des préférences exprimées par le pilote ou sa compagnie aérienne, pour échanger des informations avec le sol, sans exclure pour autant un choix manuel. Elle permet également de gérer des conflits d'utilisation par les réseaux ACARS et ATN, des équipements de transmission à bord de l'aéronef et rend ainsi possible la mise en commun entre les réseaux ACARS et ATN, par partage de temps, de certains équipements de transmission à bord de l'aéronef, ce qui permet de diminuer le nombre d'équipements de transmission installés à bord de l'aéronef.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront ci-après de la description d'un mode de réalisation donné à titre d'exemple. Cette description sera faite en regard du dessin dans lequel :

- une figure 1 représente, de manière schématique, l'architecture d'une installation de transmission numérique à bord d'un aéronef adaptée aux deux réseaux aéronautiques de télécommunications numériques ATN et ACARS, avec différentes têtes de sous-réseaux de transmission les unes spécifiques du réseau ATN, les autres du réseau ACARS, et avec un calculateur spécialisé dans la gestion des communications assurant diverses fonctions dont celles de pilotage des têtes de sous-réseaux et de routage au sein d'un terminal commun aux deux réseaux aéronautiques de télécommunications numériques ACARS et ATN, le calculateur spécialisé remplissant en outre une fonction prioritaire de gestion de modes de communication intéressant les deux réseaux et mettant en oeuvre un procédé selon l'invention,

- une figure 2 détaille les données prises en compte par la fonction de gestion de modes de communication mentionnée à la figure 1, et

- des figures 3 et 4 représentent, sous forme d'organigrammes, un exemple de méthode de sélection de mode de communication par sous-réseau qui peut être suivie pour réaliser la fonction de gestion de modes de communication et qui met en oeuvre un procédé de gestion de modes de communication selon l'invention.

La figure 1 illustre, de manière schématique, une architecture possible pour une installation de transmission numérique à bord d'un aéronef permettant d'utiliser les réseaux aéronautiques de télécommunications numériques ATN et ACARS. Cette installation comporte différents systèmes émetteur-récepteur, les uns 10 à 13 constituant des têtes pour les sous-réseaux de transmission de types Satcom data 3, Mode S, VDL mode 2 et HF DL du réseau ATN et les autres 20 et 21 constituant des têtes pour les sous-réseaux de transmission de types Satcom data 2 et VDL mode A du réseau ACARS.

Pour simplifier la figure, on a supposé que les systèmes émetteur-récepteur constituant les têtes des différents sous-réseaux de transmission étaient distincts mais il se peut que certains soient communs à deux sous-réseaux de transmission. Par exemple, un même système émetteur-récepteur peut servir à la fois de tête commune pour les sous-réseaux de transmission Satcom data 2 et 3, les signaux de transmission de ces deux sous-réseaux ne se différenciant que par leurs fréquences porteuses. De la même manière les têtes de sous-réseaux de transmission VDL Mode A et VDL Mode 2 peuvent être desservies par un seul équipement de transmission. Bien entendu, dans le cas où un même équipement de transmission dessert deux sous-réseaux de transmission distincts, cela se fait de manière alternative, l'équipement étant affecté à un sous-réseau de transmission pendant certaines périodes de temps et à l'autre pendant d'autres périodes de temps.

Les différents systèmes émetteur-récepteur 10 à 13 et 20, 21 des sous-réseaux de transmission des réseaux aéronautiques de télécommunications numériques ATN et ACARS sont gérés par un ordinateur 30 spécialisé dans les communications, dialoguant avec le pilote de l'aéronef par l'intermédiaire d'une interface homme-machine 31 constituée par un terminal avec écran d'affichage et clavier. Le ordinateur 30 assure en plus de la gestion des systèmes émetteur-

récepteur de l'aéronef, l'insertion et l'extraction d'informations au sein des trames numériques aux normes ATN ou ACARS transitant par les systèmes émetteur-récepteur des têtes de sous-réseaux ainsi que l'exécution des différentes applications d'échange d'informations avec le

5 sol prévues par les réseaux aéronautiques de télécommunications aéronautiques ACARS et ATN. Comme cela est bien connu dans la technique, il comporte deux piles de mémoires, l'une 300 dédiée au réseau ATN, l'autre 310 dédiée au réseau ACARS et il est programmé grâce à différentes couches logicielles pour assurer les manipulations de

10 ces piles conduisant aux insertions et aux extractions de données dans et depuis les trames numériques aux normes ATN ou ACARS, pour initialiser une liaison de type ATN ou ACARS lorsque le besoin s'en fait sentir et sélectionner une route au sein du réseau choisi ATN ou ACARS, pour exécuter différentes applications de contrôle aérien ou de gestion de

15 flotte préchargées ainsi que pour échanger des informations avec le pilote par l'intermédiaire de l'interface homme-machine 31.

Sur la figure 1, les principaux modules logiciels figurant dans le programme exécuté par le calculateur 30 sont rappelés dans des ovales. On y retrouve les modules logiciels classiques spécifiques au réseau ATN

20 ou au réseau ACARS ainsi qu'un nouveau module logiciel (330) permettant un choix automatique entre les réseaux ATN et ACARS avec éventuellement un mode de fonctionnement hybride.

Les principales applications utilisatrices du réseau ATN sont représentées en liaison avec la pile mémoire 300 dédiée au réseau ATN

25 car elles passent par cette dernière pour le traitement des données. On distingue essentiellement, un module logiciel d'initialisation 301 dit CMA (sigle anglo-saxon signifiant "Context Management Agent"), un module logiciel de routage 302 dit "routeur" ou IDRP, des modules logiciels 303 dits "Applis ATC" consistant en des applications préchargées de contrôle

30 aérien, par exemple, un programme de communication périodique au contrôle au sol, de la position de l'aéronef (ADS), et des modules logiciels 304 dits "Applis AOC" consistant en des applications préchargées de gestion de flotte, par exemple, un programme de gestion de l'équipage communiquant à la compagnie aérienne de l'aéronef, l'état, en vol ou au

35 sol de l'aéronef.

Les principaux modules logiciels, spécifiques du réseau ACARS sont représentés en liaison avec la pile mémoire 310 dédiée au réseau ACARS car ils passent par cette dernière pour le traitement des données. On y distingue, comme précédemment pour le réseau ATN, un module
5 logiciel d'initialisation 311 dite AFN (abréviation du terme anglo-saxon : "Air Traffic Services Facilities Notation") qui est l'équivalent du module logiciel CMA pour le réseau ACARS, un module logiciel de routage 312 dit MU (abréviation du terme anglo-saxon : "Management Unit"), des modules logiciels 313 dits "Applis ATC" et des modules
10 logiciels 314 dits "Applis AOC". Ici, les applications ATC destinées au contrôle aérien passent par une couche Arinc 622 rajoutée spécialement pour autoriser la transmission d'informations intéressant le contrôle aérien mais la transmission obtenue est beaucoup moins sûre et performante que celle permise par le réseau ATN en raison des possibilités plus
15 réduites du réseau ACARS.

On trouve également, un module logiciel 320 dit "passerelle" permettant d'utiliser le réseau ATN comme simple support de communication pour des messages ACARS, cela pour des raisons de commodité, notamment la poursuite de l'utilisation au sol de dispositifs
20 de traitement de données adaptés au protocole du réseau ACARS.

En plus de tous ces composants logiciels, on trouve un nouveau module logiciel 330 dit "gestion de Modes" qui s'occupe du choix entre les différents réseaux possibles : réseau ATN, réseau ACARS et de la mise en oeuvre de la passerelle ACARS/ATN, en fonction du type
25 de message ATC ou AOC à échanger avec le sol, des différents sous-réseaux de transmission disponibles et des préférences du pilote et de la compagnie aérienne. Les diverses possibilités recouvertes par ce choix sont résumées dans le tableau ci-après.

Réseau	Application	Sous-Réseau
1 - Réseau ATN	ATC	1.1 - Satcom data 3
		1.2 - VDL Mode 2
		1.3 - Mode S
2 - Réseau ATN	AOC	2.1 - Satcom data 3
		2.2 - VDL Mode 2
		2.3 - HF DL
3 - Réseau ACARS	AOC	3.1 - Satcom data 2
		3.2 - VDL Mode A
4 - Réseau Fans 1/A	ATC	4.1 - Satcom Data 2
		4.2 - VDL Mode A
		4.3 - HF DL
5 - Passerelle ACARS/ATN	AOC	5.1 - Satcom data 2
		5.2 - VDL Mode 2
		5.3 - HF DL

La figure 2 détaille plus particulièrement, la fonction "gestion de modes" rajoutée en surcouche logicielle aux fonctions déjà connues d'un ordinateur assurant à bord d'un aéronef la gestion d'un réseau aéronautique de télécommunications numériques de type ACARS pur, de type ATN pur ou encore de type hybride avec utilisation du réseau ATN pour transmettre des informations au format ACARS. Pour la clarté de la figure, on n'a représenté que les éléments du calculateur directement concernés par cette fonction "gestion de modes" que sont l'unité centrale 341, ses différentes couches logicielles de programmation et une mémoire 342 renfermant une base de données ATN-ACARS. L'interface homme-machine 31 est rappelée sur cette figure car elle a un rôle fondamental dans les échanges d'informations avec le pilote.

La fonction "gestion de modes" 330 entretient régulièrement la base de données de la mémoire 342 afin que les informations qu'elle contient sur les sous-réseaux de transmission soient constamment à jour. Elle utilise ces informations, pour déterminer la façon la plus adaptée pour échanger des données numériques avec le sol chaque fois que cela se révèle nécessaire ~~et fait appel~~, pour mettre en oeuvre son choix ~~du moment~~, aux couches logicielles préexistantes spécifiques soit du réseau ACARS, soit du réseau ATN, soit encore de la transmission de messages au format ACARS par le réseau ATN.

La base de données comporte, pour chaque sous-réseau de transmission susceptible d'être mis en oeuvre, des informations sur :

- les consignes du pilote,
- les consignes de la compagnie aérienne employant l'aéronef,
- les coûts,
- les performances,
- la sécurité/fiabilité,
- la configuration avion, c'est-à-dire les têtes de sous-réseau de transmission effectivement installées,
- la disponibilité en dynamique.

A partir de différents critères basés sur ces informations et de la nature ATC ou AOC des messages numériques à échanger avec le sol, la fonction "gestion de modes" analyse la capacité de chaque sous-réseau de transmission à répondre aux exigences du moment et lui affecte en conséquence, une note individuelle de préférence. Elle choisit ensuite d'activer le sous-réseau de transmission ayant obtenu la meilleure note individuelle de préférence en faisant appel au besoin, au module logiciel 320 de la fonction "passerelle", puis au module logiciel de la fonction d'initialisation 301 ou 311 du réseau ATN ou ACARS auquel appartient le sous-réseau choisi et enfin, au module logiciel 302 ou 312 de la fonction "routage" du réseau initialisé qui assure l'activation effective du sous-réseau de transmission choisi.

La note individuelle de préférence est construite à partir d'une sommation de notes partielles correspondant aux critères basés sur les informations non critiques, comme par exemple, le coût, les performances et d'un produit de cette sommation par d'autres notes

partielles correspondant à des critères basés sur des informations critiques, comme par exemple, la configuration avion et la disponibilité dynamique.

Dans la pratique, les informations de la base de données qui
5 sont le plus susceptibles de varier sont celles concernant la disponibilité
des sous-réseaux de transmission du fait du déplacement de l'aéronef au-
dessus de régions diversement équipées au sol en réseau aéronautique de
télécommunications numériques et en contrôle aérien, et éventuellement
les préférences du pilote. Aussi, il est possible d'établir à chaque début
10 de mission d'un aéronef, un préclassement des différents sous-réseaux
de transmission ne tenant compte ni de la disponibilité ni des préférences
du pilote, puis de sélectionner en cours de mission, chaque fois qu'il se
révèle nécessaire de transmettre ou recevoir un message numérique, un
sous-réseau de transmission en fonction des préférences du pilote, de la
15 nature ATC ou AOC du message à transmettre ou recevoir, de la
disponibilité du moment des sous-réseaux et du préclassement adopté.
De manière préférentielle, le préclassement adopté est compatible avec la
politique de routage normalisée du réseau ATN, de sorte que la sélection
d'un sous-réseau de transmission du réseau ATN par la fonction "gestion
20 de modes" peut s'arrêter à la sélection du réseau ATN, la sélection du
sous-réseau lui-même résultant d'un appel au module logiciel classique de
routage IDRP du réseau ATN.

Dans le cas où le critère de coût prévaut, c'est-à-dire, lorsqu'il
25 est choisi par le pilote comme le plus déterminant, la fonction "gestion
de modes" tient compte des exigences de fiabilité inhérentes à la nature
AOC ou ATC du message et des coûts effectifs en prenant, par exemple
pour hypothèses, que dans les conditions actuelles du marché, le coût de
transmission d'un message de type AOC est moindre par le réseau
30 ACARS que par le réseau ATN et que, de façon plus générale, le coût le
plus bas pour une transmission de message est obtenu avec un sous-
réseau de transmission VHF de type VDL Mode A du réseau ACARS, une
transmission par un sous-réseau de type HL DL revenant un peu plus cher
et une transmission par satellite par sous-réseau de transmission
35 SATCOM encore plus cher :

Hypothèses :**coût AOC/ACARS < coût AOC/ATN****coût ACARS VDL < coût SATCOM**

5

La figure 3 est un organigramme représentant les étapes du processus de sélection qui est alors suivi.

Si le message à échanger avec le sol est de type AOC, c'est-à-dire intéresse la compagnie aérienne de l'aéronef et non le contrôle aérien (ovale 400), la fonction "gestion de modes" cherche à utiliser préférentiellement le réseau ACARS. Elle teste alors en 401, au moyen de la fonction AFN (311 figures 1 et 2), si le réseau ACARS est accessible dans la zone où se trouve l'aéronef. Deux cas possibles peuvent se présenter selon que le réseau ACARS est ou non accessible :

Si le réseau ACARS est accessible localement, la fonction "gestion de modes" teste tout d'abord, en 402, par la fonction de routage MU (312 figures 1 et 2), la disponibilité du sous-réseau VDL Mode A du réseau ACARS. Si celui-ci est disponible, elle l'utilise pour transmettre le message de type AOC. Si non, elle procède en 403, toujours à l'aide de la fonction MU, à un test de disponibilité du sous-réseau Satcom Data 2 du réseau ACARS. Si celui-ci est disponible, elle l'utilise pour transmettre le message de type AOC. Si non, elle engendre un message d'erreur car toutes les possibilités concernant les sous-réseaux de transmission du réseau ACARS ont été passées en revue. Ce message d'erreur a pour conséquence de faire reprendre depuis l'origine le processus de sélection de sous-réseau de transmission. Bien entendu, si d'autres types de sous-réseaux tel qu'un sous-réseau HF DL ou un sous-réseau SATCOM du data 2 étaient amenés à équiper le réseau ACARS, il seraient aussi pris en compte dans le processus de sélection par ordre de préférence.

Si le réseau ACARS n'est pas accessible localement, la fonction "gestion de modes" teste en 404 l'accessibilité du réseau ATN au moyen de la fonction CMA (301 figures 1 et 2).

Si le réseau ATN est accessible localement, la fonction "gestion de modes" donne la main au routeur ATN (302 figure 1 et 2) qui met en oeuvre, en 405, le processus classique de choix de sous-réseau de transmission dans le cadre du réseau ATN, processus qui est
5 connu sous le sigle anglo-saxon de IDRP signifiant : Inter Domain Routing Policy.

Si le réseau ATN n'est pas accessible localement, la fonction "gestion de modes" engendre un message d'erreur car toutes les possibilités ont été étudiées et le message AOC ne peut être échangé
10 avec le sol. Comme précédemment, ce message d'erreur entraîne la reprise du processus de sélection depuis l'origine.

Si le message à échanger avec le sol est de type ATC, c'est-à-dire intéresse le contrôle aérien (ovale 500), la fonction "gestion de
15 modes" cherche à utiliser préférentiellement le réseau ATN qui est le réseau principal pour les échanges de messages ATC. Elle teste alors en 501, au moyen de la fonction CMA (301 figure 1 et 2), si le réseau ATN est accessible dans la zone où se trouve l'aéronef et si cette zone dispose localement d'un contrôle aérien.

20 En cas d'accessibilité du réseau ATN, la fonction "gestion de modes" donne la main au routeur ATN (302 figure 1 et 2) qui met en oeuvre, en 502, le processus classique IDRP de choix de sous-réseau de transmission dans le cadre du réseau ATN.

En cas d'inaccessibilité du réseau ATN, la fonction "gestion de
25 modes" teste en 503, l'accessibilité du réseau ACARS et d'un contrôle aérien local au sol, au moyen de la fonction AFN (311 figures 1 et 2) à laquelle la nature ATC du message a été spécifiée. Une zone couverte par le réseau ACARS et équipée d'un contrôle aérien local est dite zone "FANS".

30 Si le réseau ACARS avec un contrôle aérien local est accessible, le programme de "gestion de modes" entame la suite des tests 402 et 403 précédemment décrite à l'occasion d'un échange avec le sol d'un message AOC par l'intermédiaire du réseau ACARS.

Si le réseau ACCARS avec un contrôle aérien local n'est pas
35 disponible, la fonction "gestion de modes" engendre un message d'erreur

car toutes les possibilités ont été étudiées et l'aéronef momentanément hors contrôle ATC. Comme précédemment, ce message d'erreur entraîne la reprise du processus de sélection depuis l'origine.

- 5 Dans le cas où le critère de fiabilité prévaut, c'est-à-dire, lorsque le pilote choisit de privilégier la sécurité d'acheminement des messages, la fonction "gestion de modes" prend par exemple pour hypothèses, ce qui est communément admis, que la fiabilité de transmission (trs) du réseau ATN est supérieure à celle du réseau
10 ACCARS et que, au sein du réseau ACARS, la transmission (trs) par le sous-réseau de transmission VDL Mode A est plus sûre que la transmission par le sous-réseau de transmission Satcom Data 2 :

Hypothèses :

- 15 **fiabilité (trs) ACARS < fiabilité (trs) ATN**
fiabilité (trs) ACARS SATCOM < fiabilité (trs) ACARS VDL

La figure 4 est un organigramme représentant les étapes du processus de sélection qui est alors suivi.

- 20 Si le message à échanger avec le sol est de type AOC, c'est-à-dire intéresse la compagnie aérienne de l'aéronef et non le contrôle aérien (ovale 600), la fonction "gestion de modes" cherche à utiliser préférentiellement le réseau ATN. Elle teste alors en 601, au moyen de la
25 fonction CMA (301 figures 1 et 2), si le réseau ATN est accessible dans la zone où se trouve l'aéronef. Deux cas possibles peuvent se présenter selon que le réseau ATN est ou non accessible :

- En cas d'accessibilité du réseau ATN, la fonction "gestion de modes" donne la main au routeur ATN (302 figure 1 et 2) qui met en
30 oeuvre, en 602, le processus classique IDRP de choix de sous-réseau de transmission dans le cadre du réseau ATN.

Si le réseau ATN n'est pas accessible localement, la fonction "gestion de modes" teste en 603 l'accessibilité du réseau ACARS au moyen de la fonction AFN (311 figures 1 et 2).

Si le réseau ACARS est accessible localement, la fonction "gestion de modes" teste tout d'abord, en 604 par la fonction de routage MU (312 figures 1 et 2), la disponibilité du sous-réseau VDL Mode A du réseau ACARS. Si celui-ci est disponible, elle l'utilise pour
5 transmettre le message de type AOC. Si non, elle procède en 605, toujours à l'aide de la fonction de routage MU, à un test de disponibilité du sous-réseau Satcom Data 2 du réseau ACARS. Si celui-ci est disponible, elle l'utilise pour transmettre le message de type AOC. Si non, elle engendre un message d'erreur car toutes les possibilités concernant
10 les sous-réseaux de transmission du réseau ACARS ont été passées en revue. Ce message d'erreur a pour conséquence de faire reprendre depuis l'origine le processus de sélection de sous-réseau de transmission.

Si le message à échanger avec le sol est de type ATC, c'est-à-dire
15 intresse le contrôle aérien (ovale 700), la fonction "gestion de modes" cherche à utiliser préférentiellement le réseau ATN. Elle teste alors en 701, au moyen de la fonction CMA (301 figure 1 et 2), si le réseau ATN est accessible dans la zone où se trouve l'aéronef.

En cas d'accessibilité du réseau ATN, la fonction "gestion de
20 modes" donne la main au routeur ATN (302 figure 1 et 2) qui met en oeuvre, en 702, le processus IDRP de choix de sous-réseau de transmission dans le cadre du réseau ATN.

En cas d'inaccessibilité du réseau ATN, la fonction "gestion de modes" teste en 703, la présence d'une zone "Fans", c'est-à-dire
25 accessible par le réseau ACARS et équipée d'un contrôle aérien au sol, au moyen de la fonction AFN (311 figures 1 et 2) à laquelle la nature ATC du message a été spécifiée.

Si le réseau ACARS avec un contrôle aérien local est accessible, le programme de "gestion de modes" entame la suite des
30 tests 604 et 605 précédemment décrite à l'occasion d'un échange avec le sol d'un message AOC par l'intermédiaire du réseau ACARS.

Si le réseau ACARS avec un contrôle aérien local n'est pas disponible, la fonction "gestion de modes" engendre un message d'erreur car toutes les possibilités ont été passées en revue. Comme

précédemment, ce message d'erreur entraîne la reprise du processus de sélection depuis l'origine.

La mise en oeuvre du procédé de gestion de modes de communication pour aéronef qui vient d'être décrit permet un choix
5 automatique, sans intervention du pilote, entre les réseaux aéronautiques de télécommunications numériques ACARS ou ATN et, au sein de ces réseaux, du sous-réseau de transmission le mieux adapté aux conditions du moment compte tenu des préférences exprimées par le pilote et sa compagnie aérienne.

R E V E N D I C A T I O N S

1. Procédé de gestion de modes de communication pour l'échange, sous forme numérique, de messages entre le sol et un aéronef
5 qui est pourvu d'équipements de transmission adaptés aux réseaux aéronautiques de télécommunications numériques ACARS et ATN et à leurs différents sous-réseaux de transmission (10 à 13, 20 et 21), et qui est équipé d'un calculateur (30) assurant la gestion des communications de l'aéronef au sein d'un réseau ACARS ou ATN et d'une interface
10 homme-machine (31) permettant à son pilote de dialoguer avec ledit calculateur (30), ledit procédé étant caractérisé en ce qu'il consiste :

- à pourvoir ledit calculateur (30) d'une base de données (342) comportant à tout instant :

15 - l'état mis à jour des modes de communication par sous-réseau des deux réseaux ACARS et ATN constatés comme disponibles pour l'aéronef au moment voulu de l'échange, en tenant compte à la fois des possibilités des équipements de transmission de la zone sol survolée par l'aéronef et de celles des équipements de transmission de
20 l'aéronef,

- les directives encadrant le choix de configuration exprimées par le pilote par l'intermédiaire de l'interface homme-machine (31),

25 - une politique de routage préétablie, et
- les coûts, les performances et qualités de service des différents modes de communication par sous-réseau offerts par les deux réseaux de transmission ACARS et ATN, et

30 - à programmer ledit calculateur (30) pour sélectionner, de manière automatique, un mode de communication par sous-réseau des réseaux de transmission ACARS et/ou ATN pour un échange, sous forme numérique, d'informations entre l'aéronef et le sol, par application d'une
35 règle de choix prédéfinie prenant en compte un ordre de préférence entre les différents modes de communication par sous-réseau des réseaux de

transmission ACARS et ATN établi à partir des éléments de la base de données : disponibilités effectives, au moment voulu de l'échange, des modes de communication par sous-réseau pour les deux réseaux de transmission ACARS et ATN, directives exprimées par le pilote encadrant

5 le choix du mode de communication par sous-réseau à utiliser, politique de routage préétablie, coûts, performances et qualités de service des différents modes de communication par sous-réseau offerts par les réseaux de transmission ACARS et ATN.

10 2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la sélection d'un mode de communication par sous-réseau des réseaux ACARS et ATN à utiliser pour l'échange de messages se fait par application d'un critère de fiabilité consistant à attribuer, aux modes de communication par sous-réseau appartenant au réseau ATN, une note de

15 préférence de fiabilité meilleure qu'aux modes de communication par sous-réseau appartenant au réseau ACARS pour que le réseau le plus fiable, c'est-à-dire le réseau ATN, soit choisi par défaut, le réseau ACARS n'étant choisi qu'en dehors de la couverture du réseau ATN.

20 3. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la sélection d'un mode de communication par sous-réseau des réseaux ACARS et ATN à utiliser pour l'échange de messages se fait par application d'un critère de coût consistant :

- à attribuer aux différents modes de communication par sous-

25 réseau une note de préférence d'autant plus élevée que le coût de communication est faible,

- à déterminer si un mode de communication par sous-réseau appartenant au réseau ATN est déjà actif au moment voulu de l'échange de messages et à consulter sa note de préférence de coût,

30 - à déterminer les modes de communication par sous-réseau appartenant au réseau ACARS, qui sont disponibles au moment voulu de l'échange de messages, en fonction des équipements de transmission de l'aéronef non utilisés par le réseau ATN à ce moment, et à consulter leurs notes de préférence de coût,

- à sélectionner, parmi les modes de communication par sous-réseau retenus précédemment, le mode de communication par sous-réseau ayant la meilleure note de préférence de coût, et

- à recommencer les opérations précédentes à chaque
- 5 modification de la base de données par suite, soit de l'apparition d'un nouveau mode de communication par sous-réseau disponible, soit de la perte de disponibilité d'un mode de communication par sous-réseau résultant du déplacement de l'aéronef ou de modification de ses conditions de vol, soit d'un basculement du routage du réseau ATN
- 10 lorsque ce-dernier est actif.

4. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la sélection d'un mode de communication par sous-réseau des réseaux ACARS et ATN pour l'échange de messages se fait par attribution aux
- 15 différents modes possibles de communication par sous-réseau des réseaux ATN et ACARS d'une note de préférence décroissant en fonction d'un ordre de priorité établi à partir de la politique de routage préétablie et par sélection du mode de communication par sous-réseau ayant la note de préférence la plus élevée parmi les modes de communication par sous-
- 20 réseau disponibles au moment voulu de l'échange de messages compte tenu de la zone du sol survolée par l'aéronef, des préférences du pilote, et de la disponibilité des équipements de transmission de l'aéronef.

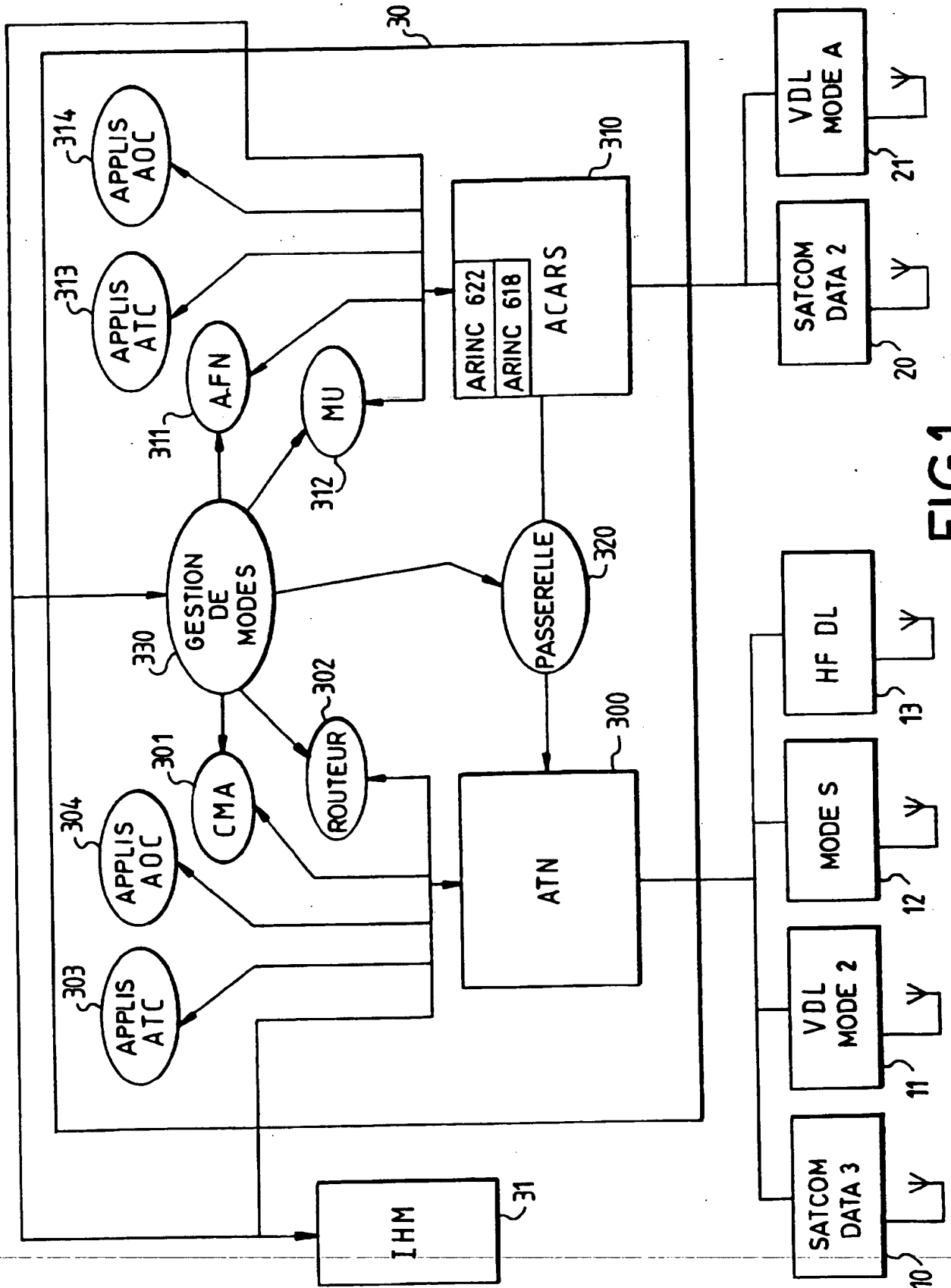


FIG.1

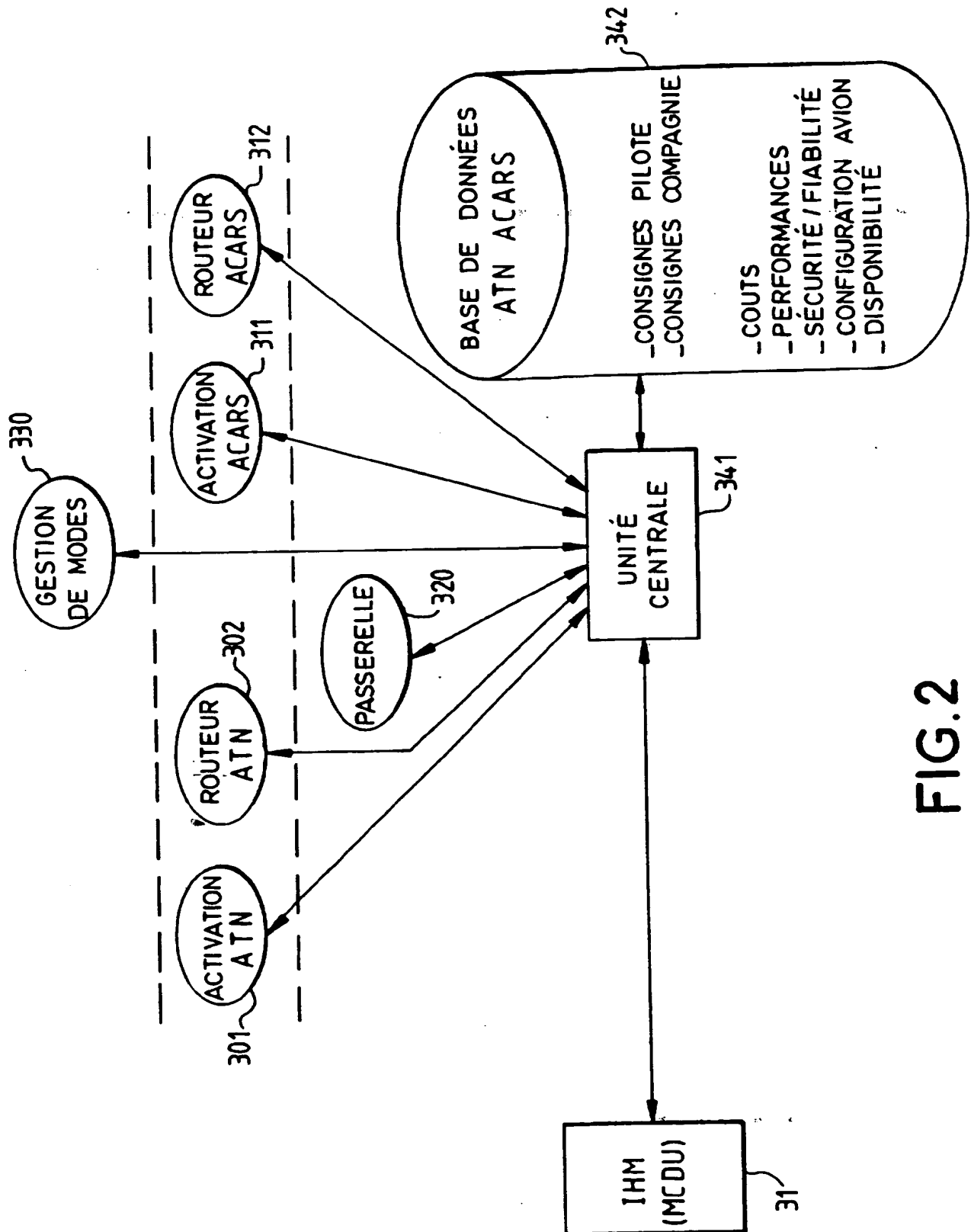


FIG. 2

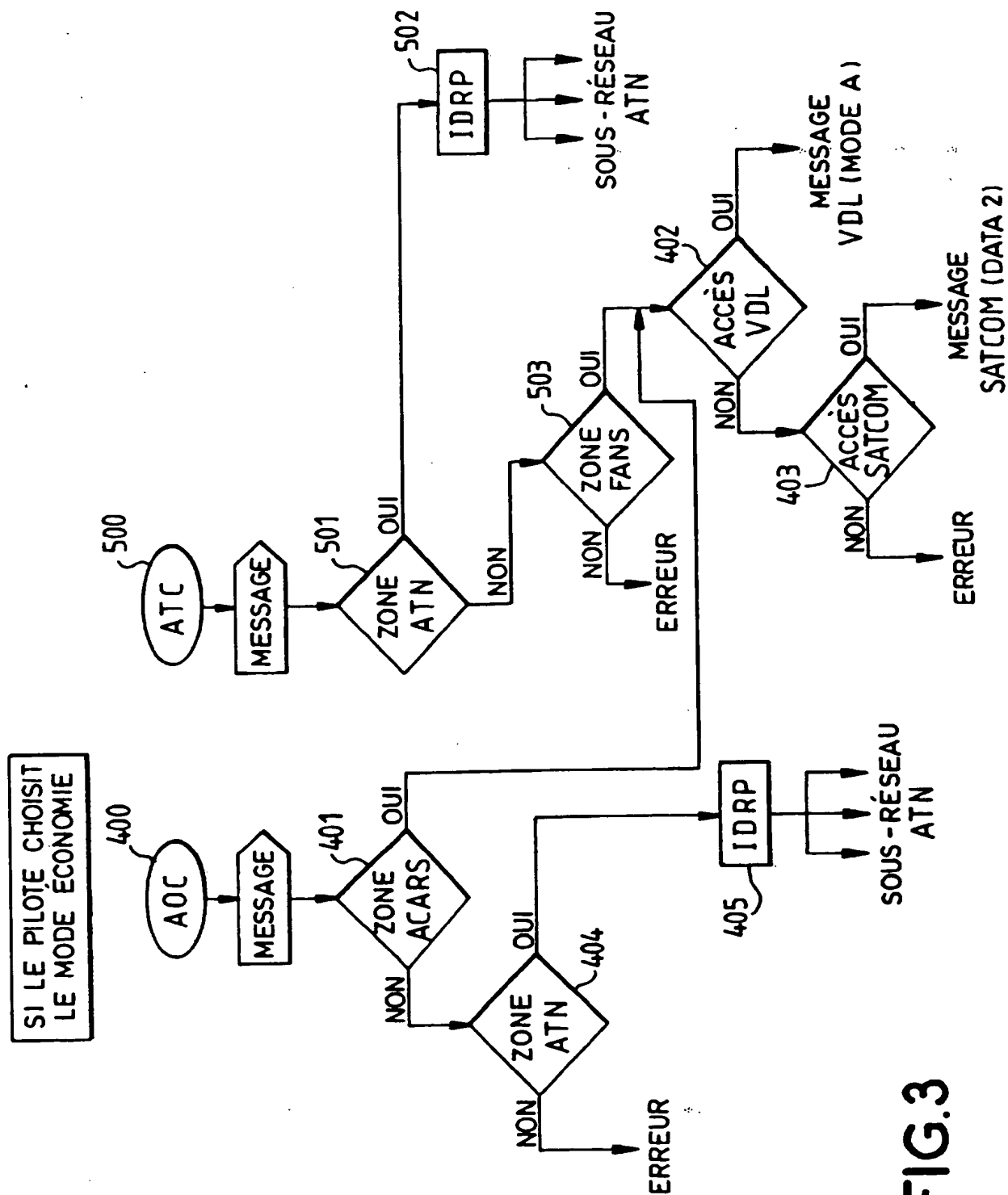


FIG.3

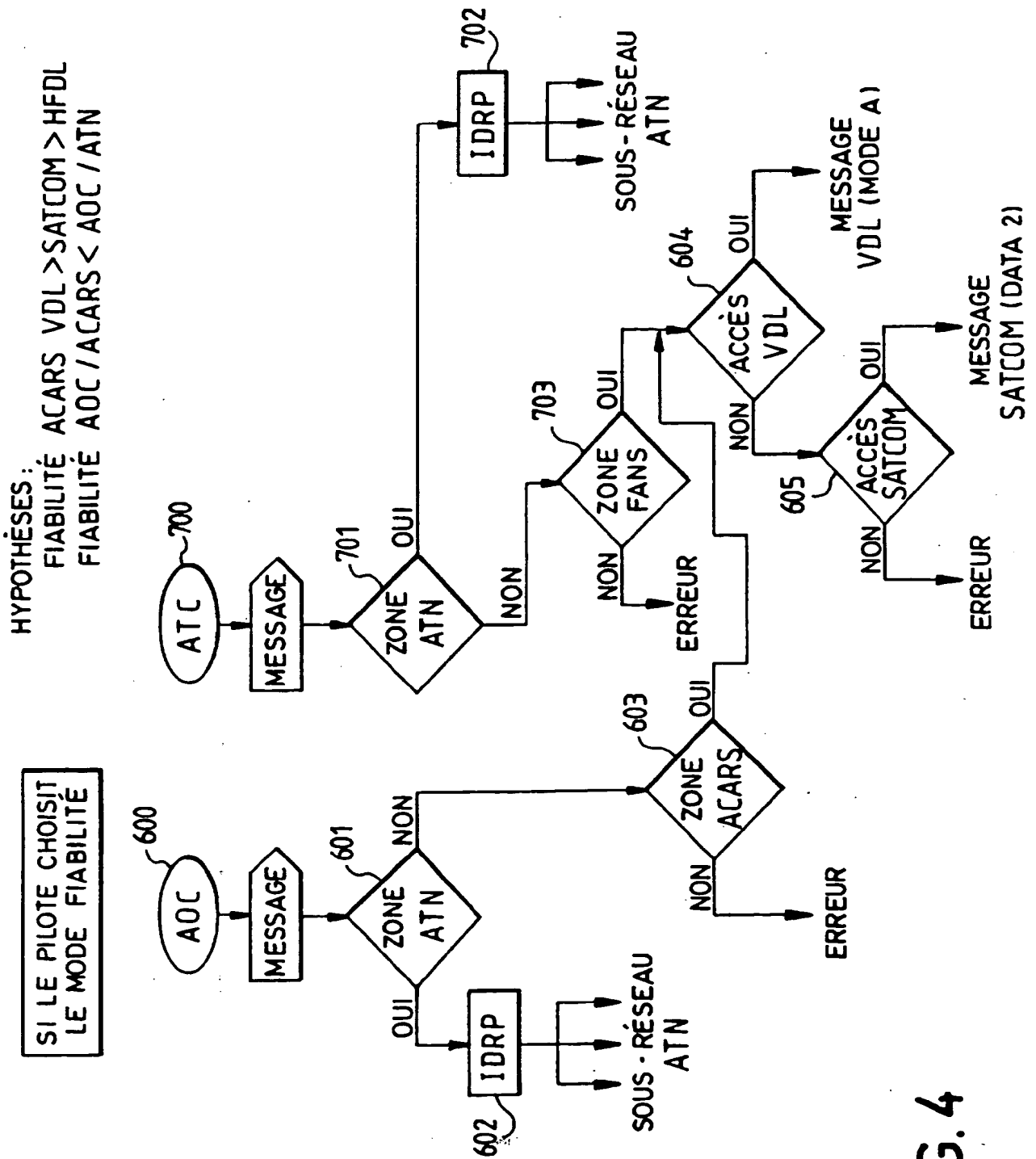


FIG. 4

INSTITUT NATIONAL
de la
PROPRIETE INDUSTRIELLE

**RAPPORT DE RECHERCHE
PRELIMINAIRE**
établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national

FA 569486
FR 9816024

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Categorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
A	EP 0 872 973 A (AEROSPATIALE) 21 octobre 1998 * colonne 1, ligne 1 - colonne 3, ligne 48 * * revendications 1,2 *	1-4
A	I. L. RAY: "Robust message integrity for FANS 1 and CNS/ATM" 15TH DASC: AIAA/IEEE DIGITAL AVIONICS SYSTEMS CONFERENCE, 27 - 31 octobre 1996, pages 103-110, XP002105462 Atlanta, GA, USA * abrégé *	1-4
		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.CL.6)
		H04B
Date d'achèvement de la recherche		Examineur
9 juin 1999		Lazaridis, P
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou amère-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		
T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant		

1
EPO FORM 1503 03.92 (P04C13)

THIS PAGE BLANK (USPTO)